

PUBLICATION NUMBER : 05064577  
PUBLICATION DATE : 19-03-93

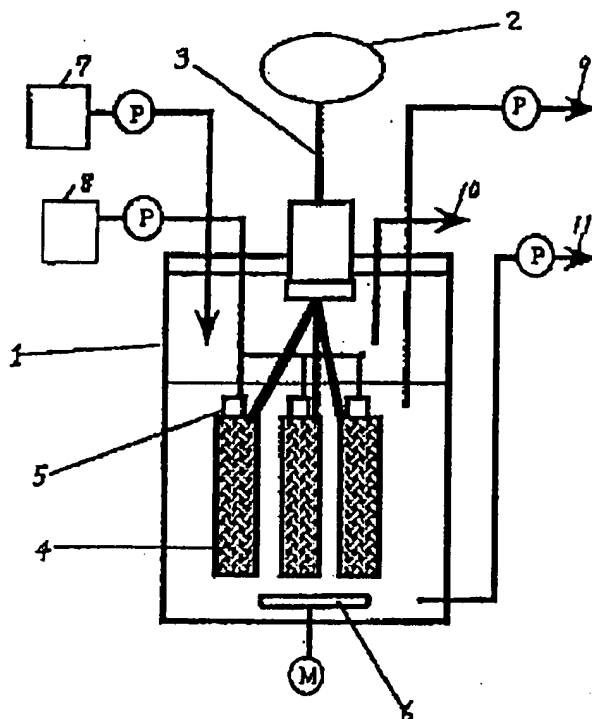
APPLICATION DATE : 06-09-91  
APPLICATION NUMBER : 03254269

APPLICANT : EBARA INFILCO CO LTD;

INVENTOR : MIYA AKIKO;

INT.CL. : C12M 1/00 C12M 1/04 C12M 3/00  
C12N 1/00

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR  
CULTURING PHOTOSYNTHETIC  
MICROORGANISM



ABSTRACT : PURPOSE: To enable the massive culture of an adhesive photosynthetic microorganism by a new method using optical fibers and fibrous optical conductors emitting light from their side surfaces, and to realize the saving of energy by the effective utilization of light energy.

CONSTITUTION: Solar light and/or artificial light is transmitted to a culture device through an optical fiber 3. Fibrous optical conductors 4 emitting light from their side surfaces are connected to the optical fiber 3, and inserted into a solution in a container to introduce the transmitted solar light and/or artificial light into the culture tank 1. An adhesive photosynthetic microorganism such as adhesive photosynthetic bacterium or adhesive fine alga is adhered to the optical conductors and cultured. The optical conductors include optical fibers having grooves carved on their surfaces and glass fibers containing a light-diffusing material.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-64577

(43) 公開日 平成5年(1993)3月19日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 1 2 M 1/00	D	2104-4B		
1/04		2104-4B		
3/00	A	2104-4B		
C 1 2 N 1/00	A	7236-4B		

審査請求 未請求 請求項の数3(全5頁)

(21) 出願番号 特願平3-254269

(22) 出願日 平成3年(1991)9月6日

(71) 出願人 000140100

株式会社荏原総合研究所

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(71) 出願人 000000402

荏原インフィルコ株式会社

東京都港区港南1丁目6番27号

(72) 発明者 滝沢 悦子

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 吉嶺 桂 (外1名)

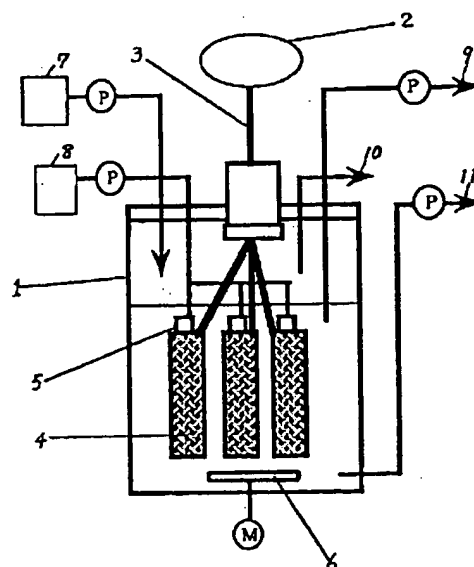
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光合成微生物培養方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 大量培養を可能とし、省エネルギー的で運転操作の容易な新しい光合成微生物の培養方法及び装置を得る。

【構成】 付着性光合成細菌、付着性微細藻類などの付着性の光合成微生物を培養する培養方法において、光ファイバー3によって伝達された太陽光及び/又は人工光2を、槽内液1に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体4によって培養槽1内に導入すると共に、該繊維状の導光体4の表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養する方法であり、またこの方法に用いる装置であり、また、前記の繊維状の導光体が、二酸化炭素及び酸素の透過膜5の表面に被覆されて一体に形成されているのがよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 附着性光合成細菌、附着性微細藻類などの附着性光合成微生物を培養する方法において、光ファイバーによって伝達された太陽光及び／又は人工光を、槽内液に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体によって培養槽内に導入すると共に、該繊維状の導光体の表面に附着性の光合成微生物を附着させて培養することを特徴とする光合成微生物培養方法。

【請求項2】 附着性光合成細菌、附着性微細藻類などの附着性光合成微生物を培養する装置において、培養槽と、太陽光及び／又は人工光を伝達させる光ファイバーと、該光ファイバーに接続し槽内液に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体とを有し、かつ該繊維状の導光体には附着性の光合成微生物が附着して培養されることを特徴とする光合成微生物培養装置。

【請求項3】 前記繊維状の導光体が、二酸化炭素及び酸素の透過膜の表面に被覆されて一体に形成されていることを特徴とする請求項2記載の光合成微生物培養装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光合成微生物培養方法と装置に係り、特に、附着性光合成細菌及び／又は附着性微細藻類などの附着性の光合成微生物を用いる培養方法と装置に関する。本発明の培養方法と装置は、有機性廃水の処理、クリーンエネルギーである水素の生産、各種の有用な物質を生産する方法及び装置、ならびに地球の温暖化の一因である大気中の二酸化炭素の固定化等に用いることができる。本発明は、従来技術とは異なる新規な附着性光合成細菌及び／又は附着性微細藻類などの附着性の光合成微生物の培養装置に関するものであり、同時に地球環境保全にも貢献する革新的な培養技術を提供するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光合成微生物を利用した培養技術は、培養の対象を主として浮遊性光合成微生物とし、装置はそのほとんどが流動床式で装置の外壁から棒状の蛍光灯等により光を槽内液に供給するか、あるいは装置内部の中心に棒状の蛍光灯等を取付け、槽内液に光を供給するものが主流となっていた。しかしながら、最近では各種の技術が研究開発され、その代表的な技術として太陽光及び／または人工光を光ファイバーで伝送し、伝送された光をさらに特殊な面発光ファイバーによって槽内液に拡散して、または樹脂性の棒状ロッドに長さ方向に散乱溝を設け槽内に縦方向に、かつ線状に光を拡散して光合成微生物を培養する方法及び装置が開発されている。一方附着性の光合成微生物については、板状の附着担体上に光合成微生物を附着させ、太陽光及び／又は人工光を外から照射する多段式あるいは回転円板式などの培養装置が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光合成微生物の培養装置には次に列挙するような技術的問題点があり、これらの欠陥を改善するために各研究機関で各種の研究が行われている。

(1) 蛍光灯で光エネルギーを供給する培養方法及び装置は、供給方式が槽外型、槽内型のいずれであっても伝達できる光エネルギー量が小さく(伝達効率10%程度)、光合成微生物の大量培養、濃厚培養には適さない

(2) 浮遊性光合成微生物の培養において、(1)の槽外型においては培養装置の内壁に、槽内型においては蛍光灯の表面に光合成微生物が濃厚に附着し、光の槽内液への拡散が阻害されると共に、附着した光合成微生物は強光にさらされて死滅するか、あるいは活性が著しく劣化する。

(3) 浮遊性光合成微生物の培養において、槽内に光ファイバーで光エネルギーを伝送する方式は、伝送光エネルギー量が蛍光灯方式よりもはるかに大きい、極細で多数の光ファイバーに光合成微生物が多量、濃厚に附着し、経時的に光の拡散機能を喪失し、さらに光ファイバー相互に閉塞が起こり、槽内液の循環が阻害される。このため頻繁に光ファイバーの洗浄を要し、運転管理も極めて煩雑である。

【0004】(4) 板状の附着担体上に附着性光合成微生物を附着させ、太陽光及び／又は人工光を槽外から照射する多段式あるいは回転円板式などの培養装置においては受光面積が限定されるため光エネルギーを有効に利用することができず、光合成微生物の大量培養には適当でない。

(5) 極細で多数の光ファイバーに附着性光合成微生物を多量に附着させると、伝送光エネルギー量が蛍光灯方式よりもはるかに大きい、光ファイバー相互に閉塞が起こり、槽内液の循環が阻害される。このため、頻繁に光ファイバーの洗浄を要し、運転管理も極めて煩雑である。

(6) 特殊な面発光ファイバーに附着性光合成微生物を附着させる方式は、伝送光エネルギー量が蛍光灯方式よりもはるかに大きい、附着担体表面積が小さいため、光合成微生物の大量培養には適当でない。

本発明は、従来装置のこれらの欠陥を改善し、従来技術と比較して格段の大量培養を可能にする、省エネルギーで運転操作も著しく容易な新規な光合成微生物の培養方法及び装置を提供することを課題とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、附着性光合成細菌、附着性微細藻類などの附着性光合成微生物を培養する方法において、光ファイバーによって伝達された太陽光及び／又は人工光を、槽内液に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体によって培養槽内に導入すると共に、該繊維状の

導光体の表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養することを特徴とする光合成微生物培養方法としたものである。また、本発明では、付着性光合成細菌、付着性微細藻類などの付着性光合成微生物を培養する装置において、培養槽と、太陽光及び／又は人工光を伝達させる光ファイバーと、該光ファイバーに接続し槽内液に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体とを有し、かつ該繊維状の導光体には付着性の光合成微生物が付着して培養されることを特徴とする光合成微生物培養装置としたものである。

【0006】上記培養装置において、繊維状の導光体は二酸化炭素及び酸素の透過膜の表面に被覆されて一体に形成することができ、この場合繊維状の導光体は網状に織られており、また、二酸化炭素及び酸素の透過膜は中空糸状であるのがよい。この中空糸状の透過膜の表面を繊維状の導光体で被覆して一体として繊維状の構造とすることができる。また、導光体の表面に付着して生育した菌体または藻体は剪断流等を与えて定期的に剥離させるのがよい。

【0007】すなわち、本発明は、付着性光合成細菌及び／又は付着性微細藻類などの付着性の光合成微生物を培養対象とし、太陽光及び／又は人工光（蛍光灯、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ及びキセノンランプ）を光ファイバーで培養装置まで伝送し、伝送された太陽光及び／又は人工光を槽内液に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体に導入し、この側面より光を放出する繊維状の導光体の表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養することを特徴とする光合成微生物培養方法及び装置である。側面より光を放出する繊維状の導光体としては光を通す性質を持ち、かつ側面より光を放出する性質を持つものならどのようなものでもよく、例えば側面に溝を彫り込んだ光ファイバーあるいはアクリル繊維、または散光体を含んだガラスあるいはアクリル繊維などでよい。

【0008】本発明は、付着性の光合成微生物の中でも、特に、付着性微細藻類の培養に適し、微生物の固定化に特別の手段を必要とせず、固液分離手段等付帯施設を縮小あるいは省略できる。また本発明は、二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）及び酸素を透過する膜を通して生育に必要なこれらの気体を供給するため、曝気によって生じる発泡の問題を回避することができる。さらに本発明は、光合成微生物の培養において最も問題となっている付着の問題も同時に解決することができ、意図的な微生物膜の更新も可能な画期的な光合成微生物培養方法及び装置でもある。

【0009】

【作用】本発明の光合成微生物培養装置は太陽光及び／又は人工光を光ファイバーを伝送媒体として培養槽内に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体へ導入し、その表面に付着して生育する付着性の光合成微生物

に光エネルギーを効率良く供給することを最大の特長とした培養方法及び装置である。付着性光合成細菌及び／又は付着性微細藻類などの付着性の光合成微生物は固体表面でマット状に生育する性質を持ち、通常成育に必要な光を得ることができ、さらに二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）及び／又は酸素を充分に得ることができる固液界面及び／又は充分に水分補給ができる気液界面に付着して生育する。

【0010】従来の光合成微生物培養装置は蛍光灯あるいは光ファイバーを槽内に設置して槽内液に分散させるものが主流を占めているが、この種の装置では菌体あるいは藻体の付着が研究面及び／又は実用面で大きな障害となっている。これに対して本発明は槽内液への光の供給源である側面から光を放出する導光体の表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養するため、槽内液中には光合成微生物が存在せず、もしくは存在してもそれらは光の供給を受けられないためほとんど増殖できないので非常に低濃度しか存在しないため、培養槽壁面、攪拌装置および各種センサー類への菌体あるいは藻体の付着を最小にしてこの問題を解決した、革新的な光合成微生物培養装置である。また、従来の浮遊性光合成微生物培養装置は槽内液に光を拡散するため、培養菌体あるいは藻体が高濃度になると光の到達距離が制限され、光エネルギーの利用効率が低下する。これに対して本発明は槽内液への光の供給源である側面から光を放出する導光体の表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養するため、槽内液に挿入する導光体の表面積を増加させて槽内菌体濃度を上げることができる革新的な光合成微生物培養装置である。しかも、この繊維状の導光体が網状に織られているときには、表面積が非常に大きく、付着性微生物の担体として優れた機能を発揮する。

【0011】導光体の表面に付着して生育した菌体又は藻体は容易に定期的かつ意図的に剥離させられるため菌体又は藻体は常に活発に生育する状態に保たれる。さらに本発明は、従来の光合成微生物培養は生育に必要な二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）及び／又は酸素を散気管などのような散気装置から微細気泡として槽内液に拡散し、溶解させるものが主流を占めているが、この種の装置では培養液の発泡が研究面及び／又は実用面で大きな障害となっている。これに対して本発明は光合成微生物が生育に必要な二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）及び／又は酸素は至近距離にある二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）及び酸素を透過する膜5から拡散して溶解したものを利用することができるため、極めて効率良く生育し、しかも気泡として槽内液中に放出されないため、発泡による問題を解決した、革新的な光合成培養方法及び装置である。

【0012】

【実施例】以下、本発明を図面を用いて具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

## 実施例1

図1に本発明の培養装置の概略説明図を示す。図1は、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び酸素を透過する膜の表面を繊維状の導光体が被覆し、一体となって槽内液に挿入されている光合成微生物培養装置に関する。図1において、太陽光及び/又は人工光2から光ファイバー3で伝送された光は、側面より光を放出する繊維状の導光体4に導入される。導光体4は繊維状のものが網状に織られており、表面積が非常に大きく、付着性微生物の担体として優れた機能を発揮する。一方、培養に必要な空気、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、富化空気及び/又は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)8は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び酸素を透過する膜5に供給される。光合成微生物は繊維状の導光体4の表面に付着して、充分な光の供給を受けることができ、また生育に必要な二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び/又は酸素は至近距離にある二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び酸素を透過する膜5から受けることができるため、極めて効率良く生育する。槽内液は通常培養槽1の底部にある攪拌装置6によって緩やかに攪拌され、付着菌体又は藻体と接触する。槽内液は定期的に培養槽1の底部にある攪拌装置6によって急速に攪拌され、導光体の表面に付着して生育した菌体又は藻体を剪断流を与えて意図的に剥離させる。

【0013】剥離の方法については、これらに限定されず、強光、発熱その他の方法を用いてもよい。剥離した菌体又は藻体は沈降後、槽の底部から引き抜き余剰菌体又は藻体として回収される。図2は、中空糸状の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び酸素を透過する膜5の表面を繊維状\*

\*の導光体4で被覆して一体として繊維状の構造となった担体繊維に関する横断面図である。この担体繊維を網状に織り、図1の4、5と代替とすることができる。

## 【0014】実施例2

本発明である導光体繊維の網と中空糸状ガス透過膜のユニット(10cm×10cm)8ユニットを有効容積1.8リットルの培養槽に挿入し、MKM培地を用いてpH8.0、温度20℃でフォルミジウム(Phormidium)を培養した。MKM培地の組成を以下に示す。

10 KNO 3750mg  
MgSO<sub>4</sub>・7H<sub>2</sub>O 20mg  
KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 25mg  
クエン酸鉄 2.5mg  
海水 500ml  
蒸留水 500ml

図1の装置を用いて、導光体繊維4の端部に300W人工光源2からの光を導入し、ガス透過膜5には空気に二酸化炭素を5%混入したものを圧力2kgf/cm<sup>2</sup>で供給した。槽内は通常緩やかに攪拌を行い、24時間毎に強力攪拌を行って藻体を剥離させた後、1時間静置し、沈降した藻体を引き抜き、同容の新鮮培地7を添加した。

## 【0015】比較例1

比較として図3に示すように、導光体繊維に光を導入せず、培養槽外の300W人工光源2で直接培養槽を照射したものを用いた。培養槽側面での照度を5000ルクスとし、他の条件は実施例2と同様に行った。結果を表1に示す。

【表1】

	本 発 明	比 較 例
余剰藻体発生量	0.6g/d	0.08g/d

## 【0016】

【発明の効果】本発明によれば、詳述したように、次の様な作用効果を奏する。

(1) 光ファイバーによって伝送された太陽光及び/又は人工光を、培養槽内に挿入された側面より光を放出する繊維状の導光体へ導入し、その表面に付着性の光合成微生物を付着させて培養するため、槽内液中には光合成微生物が存在せず、もしくは存在してもそれらは光の供給を受けられないためほとんど増殖できないので非常に低濃度しか存在しないため、培養槽壁面、攪拌装置および各種センサー類への菌体あるいは藻体の付着を最小にできる。

(2) 蛍光灯による光の拡散方式に対して極めて省エネルギー的で培養槽に大量の光エネルギーを供給することができるだけでなく、光ファイバーによって伝送された太陽光及び/又は人工光を面あるいは棒状の発光体から槽内液に拡散する方式に比較しても極めて効率的に光エ

ネルギーを利用することができる。

【0017】(3) 繊維状の導光体が網状に織られるときは、表面積が非常に大きく、付着性微生物の担体として格段に優れた機能を発揮する。

(4) 導光体の表面に付着して生育した菌体又は藻体は容易に定期的にかつ意図的に剥離されて、菌体又は藻体が常に活発に生育する状態に保たれるため、効率的な培養が行える。

(5) 生育に必要な二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び/又は酸素は光合成微生物の至近距離にある二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)及び酸素を透過する膜から拡散して溶解するため、気泡として槽内液中に放出されず、発泡による問題を生じない。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の培養装置の概略説明図である。

【図2】導光体4の横断面図である。

【図3】比較例に用いた培養装置の概略説明図である。

(5)

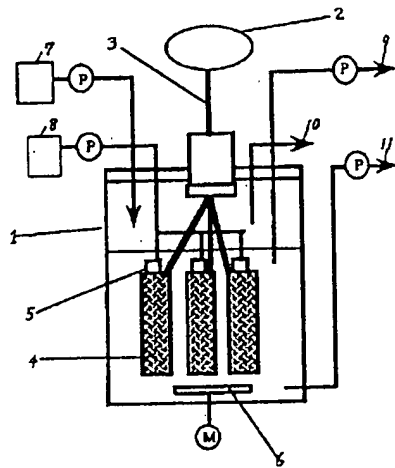
特開平5-64577

【符号の説明】

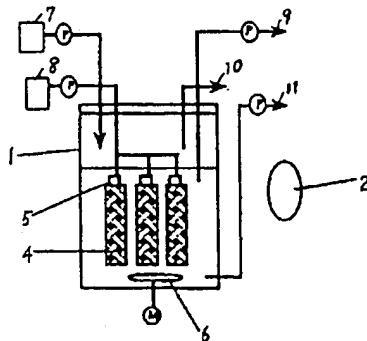
1:培養槽、2:光源、3:光ファイバー、4:側面発  
光導光繊維、5:二酸化炭素及び酸素透過膜、6:攪

拌装置、7:培地、8:空気及び又は二酸化炭素富化  
空気、9:排液、10:排ガス、11:余剰菌体又は藻  
体

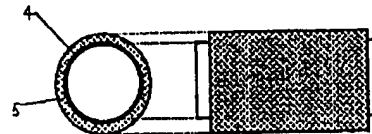
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 宮 晶子  
神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
式会社荏原総合研究所内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**